

Comparação de microscopistas e de métodos quali e semi-quantitativos

Flávia Martinello

Estatística Kappa aplicada

- Interpretação Laboratorial: Garantia de concordância entre microscopistas na análise de amostras (ex.: presença de bactérias).
- Validação de Equipamentos: Comparação de resultados de diferentes equipamentos ou laboratórios para assegurar precisão.
- Exames Diagnósticos: Avaliação da concordância entre novos exames e métodos padrão-ouro (ex.: POCT).
- Estudos Multicêntricos: Uniformidade dos resultados entre laboratórios em pesquisas colaborativas.
- Diagnósticos Clínicos: Avaliação da consistência entre médicos na interpretação de exames, como tomografias.

Estatística Kappa

- O índice Kappa é uma medida estatística que pode ser utilizada para avaliar a concordância entre observadores ou métodos de medição.
- **Kappa de Cohen** e **Kappa de Fleiss**.
- É importante saber que o índice Kappa nos informa se os analistas estão medindo a mesma coisa, com confiabilidade, mas **NÃO** informa se o que os analistas estão medindo é a coisa certa.

Kappa de Cohen

Estatística Kappa **de Cohen**

- A estatística de Kappa **de Cohen** pode ser usada com dados nominais (qualitativos ou semi-quantitativos) e fornece dados de concordância entre **dois** observadores ou entre **dois** métodos;
- É aconselhado usar mais que cinco amostras para comparação de resultados;
- São cálculos mais fáceis de se estimar o nível de concordância, contudo, as comparações tem de ser feitas duas a duas.
- Leva em conta não apenas o percentual de concordância observado, mas também o que seria esperado por acaso.

Estatística Kappa de Cohen

➤ Exemplo:

➤ Comparação de microscopistas na identificação de parasitos no EPF;

➤ Passo 1:

Selecionar 10 lâminas e encaminhar a dois analistas, sendo um deles experiente e um iniciante (ou em treinamento)

Amostra	Analista 1	Analista 2
1	Positivo	Positivo
2	Positivo	Positivo
3	Negativo	Positivo
4	Positivo	Positivo
5	Positivo	Positivo
6	Negativo	Positivo
7	Negativo	Negativo
8	Positivo	Positivo
9	Positivo	Positivo
10	Positivo	Positivo

Estatística Kappa de Cohen

➤ Passo 2:

Montar a matriz de comparação 2x2;

Matriz de Comparação		Analista 2		Total
		Positivo	Negativo	
Analista 1	Positivo	A	B	$A+B = X1$
	Negativo	C	D	$C+D = X2$
Total		$A+C = Z1$	$B+D = Z2$	N



Modelo de matriz de Kappa com acesso pelo QR

➤ onde:

A é o número de amostras que foi considerada positiva por ambos analistas

B é o número de amostras que foi considerada positiva pelo analista 1 e negativa pelo analista 2

C é o número de amostras que foi considerada negativa pelo analista 1 e positiva pelo analista 2

D é o número de amostras que foi considerada negativa por ambos analistas

N é o número total de amostras

Estatística Kappa de Cohen

➤ Passo 2:

Montar a matriz de comparação 2x2;

Matriz de Comparação		Analista 2	
		Positivo	Negativo
Analista 1	Positivo	7	0
	Negativo	2	1

Amostra	Analista 1	Analista 2
1	Positivo	Positivo
2	Positivo	Positivo
3	Negativo	Positivo
4	Positivo	Positivo
5	Positivo	Positivo
6	Negativo	Positivo
7	Negativo	Negativo
8	Positivo	Positivo
9	Positivo	Positivo
10	Positivo	Positivo

Osmar Luiz Magalhães de Oliveira .Controle da Qualidade em Análises Clínicas Editora São Miguel Caxias do Sul 2021.

chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.sbac.org.br/wp-content/uploads/2024/08/Voce-quer-saber-como-comparar-estatisticamente-as-leituras-dos-microscopistas-2.pdf

Estatística Kappa de Cohen

➤ Passo 3:
Calcular os totais de cada linha e de cada coluna na matriz de comparação 2x2;

Matriz de Comparação		Analista 2		
		Positivo	Negativo	
Analista 1	Positivo	7	0	7
	Negativo	2	1	3
		9	1	10

Amostra	Analista 1	Analista 2
1	Positivo	Positivo
2	Positivo	Positivo
3	Negativo	Positivo
4	Positivo	Positivo
5	Positivo	Positivo
6	Negativo	Positivo
7	Negativo	Negativo
8	Positivo	Positivo
9	Positivo	Positivo
10	Positivo	Positivo

Estatística Kappa de Cohen

➤ Passo 4:

Calcular o percentual de concordância observada $\Sigma f_o / N \times 100\%$, neste caso Concordância = $8/10 \times 100 = 80\%$;

Esse valor ainda não considera a proporção esperada, o que é ajustado pelo índice de Kappa.

Matriz de Comparação		Analista 2		
		Positivo	Negativo	
Analista 1	Positivo	7	0	7
	Negativo	2	1	3
		9	1	10

Amostra	Analista 1	Analista 2
1	Positivo	Positivo
2	Positivo	Positivo
3	Negativo	Positivo
4	Positivo	Positivo
5	Positivo	Positivo
6	Negativo	Positivo
7	Negativo	Negativo
8	Positivo	Positivo
9	Positivo	Positivo
10	Positivo	Positivo

Estatística Kappa de Cohen

➤ Passo 5:

Calcular o Kappa de Kohen

Estimativa do Kappa: $K = (P_o - P_e) / (1 - P_e)$

P_o é a proporção de concordância observada e P_e é a proporção de concordância esperada.

P_o = corresponde à proporção da soma de todas as frequências situadas na diagonal (células em azul) em relação ao total de exames.

P_e = soma das multiplicações dos totais das colunas vezes os totais das linhas para cada um dos diagnósticos considerados, dividido pelo total de exames ao quadrado.

Matriz de Comparação		Analista 2		Total
		Positivo	Negativo	
Analista 1	Positivo	A	B	A+B = X1
	Negativo	C	D	C+D = X2
	Total	A+C = Z1	B+D = Z2	N

$$\text{Concordância Observada } (P_o) = (A+D)/N$$

$$\text{Concordância Esperada } (P_e) = \frac{((Z1/N) \times (X1/N)) + ((Z2/N) \times (X2/N))}{N^2}$$

$$\text{Kappa } (\kappa) = \frac{(P_o - P_e)}{(1 - P_e)}$$

Outra forma da fórmula da

$$\text{Concordância Observada } (P_o) = \frac{((\underline{A}) + (\underline{D}))}{N} = \frac{(A + D)}{N}$$

$$\text{Outra forma da fórmula da Concordância Esperada } (P_e) = \frac{((\underline{Z1} \times \underline{X1}) + (\underline{Z2} \times \underline{X2}))}{N^2} = \frac{((Z1 \times X1) + (Z2 \times X2))}{N^2}$$

Estatística Kappa de Cohen

➤ Passo 5: Calcular o Kappa de Kohen

Matriz de Comparação		Analista 2		
		Positivo	Negativo	
Analista 1	Positivo	7	0	7
	Negativo	2	1	3
		9	1	10

$$\text{Concordância Observada } (P_o) = (A+D)/N$$

$$\text{Concordância Esperada } (P_e) = ((Z1/N) \times (X1/N)) + ((Z2/N) \times (X2/N))$$

$$\text{Kappa } (\kappa) = (P_o - P_e)/(1 - P_e)$$

$$P_o = (7 + 1) / 10 = 0,8$$

$$P_e = ((9 / 10) \times (7/10)) + ((1/10) \times (3/10))$$

$$P_e = ((63/100)) + (3/100) = 0,66$$

$$K = (0,8-0,66)/1-0,66 = 0,14/0,34 = 0,41$$

Estatística Kappa **de Cohen**

➤ Passo 6:

Interpretar o Kappa de Kohen

O valor de Kappa de Cohen varia de -1 a 1,
onde:

1 indica concordância perfeita,

0 indica concordância equivalente ao acaso,

valores negativos indicam concordância pior que o acaso.

Estatística Kappa de Cohen

➤ Passo 6: Interpretar o Kappa de Kohen

$K=1$	Concordância perfeita
$0,80 < K < 1$	Concordância excelente
$0,60 < K < 0,80$	Concordância boa
$0,40 < K < 0,60$	Concordância moderada
$0 < K < 0,40$	Concordância pobre
$K=0$	Ausência de concordância

Valor de κ	Nível de concordância
0 - 0,4	Fraca concordância
0,41 - 0,60	Concordância razoável
0,61 - 0,80	Boa concordância
0,81 - 1,00	Excelente concordância

Valor do kappa	Nível de concordância	Porcentagem de dados que são confiáveis
0 a 0,20	Nenhum	0 a 4
0,21 a 0,39	Mínimo	4 a 15
0,40 a 0,59	Fraco	15 a 35
0,60 a 0,79	Moderado	35 a 63
0,80 a 0,90	Forte	64 a 81
Acima de 0,90	Quase perfeito	82 a 100

Tabela 1. Orientações para interpretação do valor do kappa de Cohen (baseado em McHugh, 2012).

Estatística Kappa de Cohen

➤ Passo 6: Interpretar o Kappa de Kohen

$K=1$	Concordância perfeita
$0,80 < K < 1$	Concordância excelente
$0,60 < K < 0,80$	Concordância boa
$0,40 < K < 0,60$	Concordância moderada
$0 < K < 0,40$	Concordância pobre
$K=0$	Ausência de concordância

Valor de κ	Nível de concordância
0 - 0,4	Fraca concordância
0,41 - 0,60	Concordância razoável
0,61 - 0,80	Boa concordância
0,81 - 1,00	Excelente concordância

Tabela 4: Classificação de concordância frente ao valor de Kappa ⁽¹⁴⁾

Valor de Kappa	Concordância
$< 0,00$	Sem concordância
0,00 - 0,19	Mínima
0,20 - 0,39	Discreta
0,40 - 0,59	Moderada
0,60 - 0,79	Boa
0,80 - 1,00	Ótima

	Analista 2: Positivo	Analista 2: Negativo	Total
Analista 1: Positivo	5	1	6
Analista 1: Negativo	2	2	4
Total	7	3	10

$$P_o = \sum N_{ij} / N$$

$$P_o = 7/10$$

$$P_o = 0,7 \text{ (70\%)}$$

$$P_e = \frac{(N_1 \times N'_1) + (N_2 \times N'_2)}{N^2}$$

$$P_e = \frac{(6 \times 7) + (4 \times 3)}{10^2}$$

$$P_e = \frac{42 + 12}{100} = \frac{54}{100} = 0,54$$

$$\text{Kappa} = (0,7 - 0,54) / (1 - 0,54) = 0,35$$

Tabela 1: Avaliação Final de Competência adotado pela OMS num Programa de Competência para Detecção de Malária

Avaliação	Exatidão na identificação das espécies	Quantificação dos parasitas
Perito	$\geq 90\%$	$\geq 50\%$
Referência	$\geq 80\%$	$\geq 40\%$
Avançado	$\geq 70\%$	$\geq 30\%$
Em treinamento	$< 70\%$	$< 30\%$

Exemplo de aplicação do Coeficiente de Concordância de Kappa

Em nosso exemplo, poderíamos formar uma base de dados com a seguinte estrutura:

Paciente	Médico X	Médico Y
1	Normal	Normal
2	Alterado	Inconclusivo
3	Inconclusivo	Normal
4	Alterado	Alterado
...	...	...

Nesse caso poderíamos resumir os dados em uma tabela de contingência:

Nesse caso poderíamos resumir os dados em uma tabela de contingência:

		Médico Y			Total
		Normal	Alterado	Inconclusivo	
Médico X	Normal	54	12	12	78
	Alterado	6	24	12	42
	Inconclusivo	18	18	24	60
Total		78	54	48	180

Na primeira coluna da tabela de contingência, podemos ver que 54 resultados foram considerados normais pelos dois médicos, 6 foram considerados alterados pelo médico X e normais pelo médico Y e 18 foram considerados inconclusivos pelo médico X e normais pelo médico Y.

Considerando os resultados sintetizados na tabela de contingência, podemos afirmar que os dois médicos são concordantes na avaliação dos resultados dos exames de diagnóstico por imagem?

Nesse caso poderíamos resumir os dados em uma tabela de contingência:

		Médico Y			Total
		Normal	Alterado	Inconclusivo	
Médico X	Normal	54	12	12	78
	Alterado	6	24	12	42
	Inconclusivo	18	18	24	60
Total		78	54	48	180

$$\hat{p}_0 = \frac{54}{180} + \frac{24}{180} + \frac{24}{180} = \frac{102}{180} = 0,566$$

$$\hat{p}_e = \frac{78 * 78}{180^2} + \frac{54 * 42}{180^2} + \frac{48 * 60}{180^2} = \frac{6084}{32400} + \frac{2268}{32400} + \frac{2880}{32400} = \frac{11232}{32400} = 0,346$$

$$\hat{K} = \frac{0,566 - 0,346}{1 - 0,364} = \frac{0,22}{0,653} = 0,337$$

<http://www.abgconsultoria.com.br/blog/coeficiente-de-concordancia-de-kappa/>

Kappa de Fleiss

Estatística Kappa **de Fleiss**

Para comparar 3 ou mais microscopistas ou avaliadores ou classificadores ou métodos.

Exemplo:

Três microscopistas interpretarão 10 lâminas para diagnóstico (Positivo 1 ou Negativo 0)

$$p_0 = 0,67$$

Estatística Kappa **de Fleiss**

Fleiss (1981) oferece uma classificação Kappa para os coeficientes obtidos:

Entre 0,40 e 0,60: concordância regular

Entre 0,61 e 0,75: concordância boa

Acima de 0,75: concordância excelente

Altman (1991) propõe uma classificação mais ampla:

De 0 a 0,20: concordância muito fraca

De 0,21 a 0,40: concordância fraca

De 0,41 a 0,60: concordância moderada

De 0,61 a 0,80: concordância boa

De 0,81 a 1,00: concordância muito boa

Estatística de Chauvenet

Estatística de Chauvenet

O Teste de Chauvenet, ou Critério de Chauvenet, é um método estatístico utilizado para identificar e descartar valores discrepantes (*outliers*) em um conjunto de dados, especialmente em medições científicas ou análises clínicas.

Ele serve para determinar se um valor individual se desvia significativamente do restante dos dados, assumindo que os dados seguem uma distribuição normal.

Avalia leituras microscópicas quantitativas discrepantes (*outliers*).

Estatística de Chauvenet

Avalia leituras microscópicas quantitativas discrepantes (*outliers*)

Exemplo:

10 microscopistas: 7 experientes e 3 iniciantes* fazem a quantificação de eritrócitos (/mL) em câmara de Neubauer com amostras da rotina.

Estatística de Chauvenet

Tabela de Chauvenet					
Tabela Rc (Rejection criterion, probabilidade 95%)					
N = número de medidas realizadas					
N	Rc	N	Rc	N	Rc
2	1,15	13	2,07	24	2,31
3	1,38	14	2,10	25	2,33
4	1,53	15	2,13	26	2,35
5	1,64	16	2,15	30	2,39
6	1,73	17	2,18	40	2,49
7	1,8	18	2,20	50	2,57
8	1,86	19	2,22	100	2,81
9	1,91	20	2,24	200	3,02
10	1,96	21	2,26	300	3,14
11	2,00	22	2,28	500	3,29
12	2,04	23	2,30	1000	3,48

Chauvenet = média +/- fator Chauvenet x DP

Chauvenet = 6930 + 1,96 x 679,95 = 8263

Chauvenet = 6930 - 1,96 x 679,95 = 5597

Analistas	Urina 1	Urina 2	Urina 3
Analista 1	7500	9000	5000
Analista 2	6900	8700	5200
Analista 3	7400	8800	5100
Analista 4	7500	8900	5000
Analista 5	6800	8000	4900
Analista 6	6400	8200	5300
Analista 7	7900	8400	5200
Analista 8*	5700	7000	4000
Analista 9*	6200	7200	4500
Analista 10*	7000	7900	4300
Média	6930	8210	4850
DP	679,95	695,14	435,25
CV(%)	9,81	8,47	8,97
Fator de Chauvenet (n=10)	1,96	1,96	1,96
Fator de Distribuição	6921,62	8199,93	4840,81
Intervalo de Chauvenet	5597-8263	6848-9572	3997-5703

Os 3 analistas iniciantes estão dentro do intervalo de Chauvenet = 5597-8263

**São ferramentas
importantes para avaliar
os colaboradores!**

Obrigada

flavia.martinello@ufsc.br